

PCT

世界知的所有権機関
国際事務局

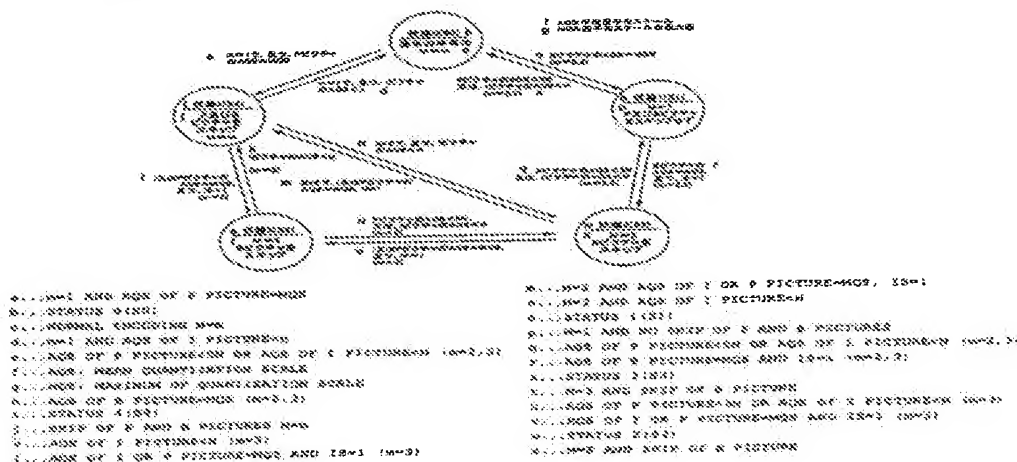
特許協力条約に基づいて公開された国際出願



(51) 国際特許分類 H04N 7/30, 7/32	A1	(11) 国際公開番号 WO00/64187
(21) 国際出願番号 PCT/JP00/02525		(43) 国際公開日 2000年10月26日(26.10.00)
(22) 国際出願日 2000年4月18日(18.04.00)		
(30) 優先権データ 特願平11/110962 1999年4月19日(19.04.99) JP		(81) 指定国 JP, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) ソニー株式会社(SONY CORPORATION)[JP/JP] 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 平中 大介(HIRANAKA, Daisuke)[JP/JP] 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo, (JP) (74) 代理人 佐藤 隆久(SATO, Takahisa) 〒111-0052 東京都台東区柳橋2丁目4番2号 宮本ビル4階 創造国際特許事務所 Tokyo, (JP)		添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title: IMAGE ENCODING DEVICE AND ITS METHOD

(54) 発明の名称 画像符号化装置及びその方法



(57) Abstract

Even though the image compression standards predicated by the high bit rate which has been an industry standard are used, the quality of image is maintained as much as possible and a low bit rate is realized. High-efficiency compression of a B picture can be carried out only when the image quality of the preceding and succeeding P pictures is maintained to some extent. When the bit rate is extremely low and the image quality of the P pictures is low, the B picture cannot be efficiently compressed and accordingly the image quality of the P pictures becomes worse, thereby causing in a vicious circle. When the mean quantization scale of the B picture at status 0 reaches a maximum, it means that the compression efficiency of the B picture lowers. Therefore the status is changed to status 1 to change M to one, and encoding is performed without using the B picture. When M is equal to one, the distance between the P pictures is one frame. Therefore the predicted efficiency is higher than that when M is equal to three if only the P pictures are considered. When the status is changed to status 2, 3 and 4, pictures forcedly skipped increase gradually, thereby further suppressing the amount of information produced.

画像圧縮技術及びその方法

技術分野

本発明は、静止画や動画などの画像データを圧縮・伸張するための画像符号化装置及びその方法に係り、特に、圧縮後画像データを容易に伸張し又は送信するための低ビットレートの画像圧縮装置と伸張装置及びその方法に関する。更に詳しくは、本発明は、変換要素となっている高ビットレートを前記とした画像圧縮装置を使用しながら、できるだけ高品質を保ちつつ低ビットレートを実現するための画像符号化装置及びその方法に関する。

背景技術

情報処理、及び情報通信技術が高度に発達した現在、コンピュータ・データのみならず、画像や音声などの各種データも電子的に取扱われるようになってきた。

このうち、静止画や動画などの画像データは、一般に、冗長性が高く且つサイズが膨大であり、そのまま記憶装置に格納したりネットワーク上で伝送したりすると、記憶容量や通信負荷が過大となってしまう。このため、画像データを蓄積したり伝送する際には、画像データを一旦符号化圧縮して冗長性を取り除いてから蓄積あるいは伝送するのが好ましいとされている。

特に近年におけるネットワークやストレージ・メディアの大容量化に伴い、画像圧縮技術に対する要求は益々高まってきている。すなわち、画像データ圧縮に関する標準技術は、JPEG (Joint Photographic Image Coding Experts Group) から MPEG (Moving Photographic Experts Group) に、MPEG

2へと展開して、これに伴い、圧縮後のビットレートは大きくなってきている。

IFEGH, ISO (International Organization for Standardization: 国際標準化機構) とITU-T (International Telecommunication Union: 国際電気通信連合電気通信標準化部門) の共同組織によって標準化が進められたカラー静止画符号化方式であり、DCT (Discrete Cosine Transform: 離散コサイン変換) を用いた画像符号化方式を利用するものである。

また、MPEG1及びMPEG2は、ISOとIEC (International Electrotechnical Commission: 国際電気標準会議) が共同で作成するJTC1 (Joint Technical Committee: 情報処理国際標準化技術委員会) によって標準化が進められたカラー動画画像符号化方式である。このうち、MPEG1は、周期的なフレーム内符号化を取り入れた動き補償予測/DCT方式を符号化アルゴリズムとし、1.5Mbps程度の転送速度を持つ。また、MPEG2は、MPEG1の上位バージョンであり、数Mbps～数十Mbpsという広範囲の転送速度を対象とする。

MPEG1は、主にCD-ROMなどの蓄積メディアを適用対象とする。また、MPEG2は、放送やAV機器への応用を意図している。MPEG2は、MPEG1との互換性がある他、ITU-Tが標準化を進める高ビットレートの映像通信符号化方式“H.262”とはビデオ符号化のコア部分 (情報符号化部) が共通する。

画像圧縮技術の進展に伴い、圧縮データのビットレートは大きくなってきている。しかしながら、圧縮後の画像を容易に伸張したり送信するためには、依然

3

として低ビットレートの方が有利である。圧縮画像の伸張を行うためには、上述したような標準的な画像圧縮規格に準拠することが好ましいが、これらは本来的には高ビットレートを前提として設定されている。

ここで、標準的な画像圧縮規格の一つであるMPEGについて、考察してみる。MPEGの基本的な圧縮アルゴリズムは以下の通りである。すなわち、

- (1) MB (マクロブロック) を符号化単位として時間的隣接画素に基づき情報圧縮を行う。
- (2) MBをサブ・ブロックに細分化して、DCTによる空間的情報圧縮を行う。
- (3) DCT係数の量子化スケール制御により、全体の符号発生量の制御を行う。
- (4) 可変長符号化を行う。

MPEGでは、連続する複数の画像を基に1つの画面を生成する。このため、GOP (Group of Picture) と呼ばれる画面のグループを単位として扱うことで、ランダム・アクセスを可能にしている。

また、MPEGは、ある画素の信号値を別の時間の画素の信号値との差分で表す「予測符号化」を用いるが、特に、フレーム内で予測する「フレーム内予測」、この再生画面を基に予測する「フレーム間方向予測」と、過去再生画面と未来再生画面の双方を用いて現在画面を予測する「フレーム間両方向予測」の組み合わせで実現される。このため、MPEGで扱う画像タイプは、イントラ符号化 (フレーム内予測) 画面のみからなるIピクチャ (Intra-Picture)、フレーム間方向予測により生成されるPピクチャ (Predictive-Picture)、フレーム間両方向予測により生成されるBピクチャ (Bi-directionally predictive Picture) の3種類となる。但し、Pピクチャ及びBピクチャも、イントラ符号化部分を画面の一部に含んでいるものもある。

IピクチャとPピクチャは、原画像と同じ順序で符号化される。これに対し、Bピクチャはこれとは異なる。すなわち、IピクチャとPピクチャを先に処理した後、間に挿入されるBピクチャを後で符号化する。但し、GOPの独立性を維持しランダム・アクセスを行うためには、1つのGOP内には最低1枚のIピクチャが必要である。

GOP内のピクチャ数(N)や、I又はPピクチャの出現する周期(M)に制約はないが、以下の2つの規則が定められている。すなわち、

- (1) ビット・ストリーム上で、GOPの最初はIピクチャであること (伝送メディア上の並び順序)。
- (2) 原画面順で、GOPの最後はI又はPピクチャであること (原画面の並び順序)。

BピクチャをIピクチャ及びPピクチャの間に挿入することにより予測効率が向上することが、当業界において知られている。また、IピクチャとPピクチャは、次の予測に利用する画面であるため、量子化スケールを細かくして画質を高く保つ必要があるが、Bピクチャでは量子化スケールを粗く処理しても平均的画質を維持することができる。

ところで、上述したMPEGのような画像圧縮符号化規格においては、ビットレートを制御するためには、量子化スケールを変えるのが一般的である。例えば、低ビットレートにしたい場合には、符号化量に対して量子化スケールを大きくするように指示すればよい。

しかしながら、規格上、量子化スケールの最大値が定められている。予測符号化するならフレーム間の差分をとることで情報圧縮を行うことを前提とする画像圧縮符号化規格では、例えば、シーン・チェンジ (場面切替) の多い画像やノイズ画像などにおいては、量子化スケールの最大値を用いても、発生符号量を目標とする低ビットレートに抑えられないこともある。MPEG1及びMPEG2においてシーケンスヘッダに示したビットレートを越えつづけた場合規格違反とな

4

る。

このため、量子化スケール以外で符号量を制御する手段が必要となる。符号発生を抑えるために、従来は、例えば以下のような方法が採用されていた。すなわち、

ステップ1: 符号化部でエミュレートしている復号化バッファ(MPEGではVBVバッファと呼ばれ、目標ビット量での符号量制御ができないとこれがアンダーフローして、符号が損傷する)がアンダーフローしそうなときは、特別な制御を行わず、通常通り動作する。

ステップ2: あるフレームの符号化処理中に復号化バッファがアンダーフローしそうなときは、それ以降は、Pピクチャ又はBピクチャであれば全てのDC係数及び動き補償ベクトルをゼロにすることで、スキップ・マクロ・ブロック化する。また、Iピクチャであれば、スキップが禁止されているので、替わりに、DC係数のDC成分を一定値にし、その他のAC成分をゼロにする。

上述のステップ2を実行することによって、Pピクチャ及びBピクチャでは発生情報量をほぼゼロにし、また、Iピクチャでも大幅に情報量を削減することができ、この結果、目標とするビットレートを大きく逸脱することを回避できる。

図4には、上記の処理手順を実施する画像符号化装置2(従来例)の機能的なブロック図を示している。同図に示すように、画像符号化装置2は、MPEG2ビデオ符号化器2.1と、Vbvバッファ・シミュレータ2.4と、強制スキップ・コントローラ2.5とで構成される。以下、各部について説明する。

MPEG2ビデオ符号化器2.1は、ビデオ信号を入力して、これを上述のMPEG2という画像圧縮規格に従って圧縮し、符号化圧縮後のデータをビット・ストリームの形式で出力する。但し、出力としてマクロ・ブロック(MB)毎の発生情報量であるMB発生ビットを持つ。

また、符号化器2.1は、強制スキップ命令を入力として持っており、この入力

8

端子に「1」が入力されると、強制スキップを行う機能を持っている。ここで言う「強制スキップ」とは、Bピクチャ及びPピクチャで、全てのマクロ・ブロックに対してDC係数を強制的に「0」にすることでスキップ・マクロ・ブロックとし、発生情報量をゼロにすることを意味する。

スキップ・マクロ・ブロックとなった部分の画像は、デコード時には参照画像がそのまま出力されるため、その部分の画像はフリーズ状態となる。但し、Iピクチャの場合は、参照上スキップ・マクロ・ブロックとすることが禁止されているので、強制スキップ時には、DC係数を固定とし、AC係数を全て「0」にすることで発生情報量を最小限にする。この場合はデコード時に全くフラットな無地の画像となる。

強制スキップ・コントローラ2.5は、ピクチャの強制スキップによりビットレートを制御するためのコントローラである。すなわち、MB発生ビットの入力に反応して、ピクチャでの発生情報量の合計を計算して、ピクチャ発生ビットとして出力する。また、ピクチャで許容される最大発生情報量すなわち最大許容ピクチャ・ビットを入力として持つ。そして、計算したピクチャ発生ビットが最大許容ピクチャ・ビットを超えると、強制スキップ命令を1にして、符号化器2.1に対して強制スキップを指示する。

Vbvバッファ・シミュレータ2.4は、符号化バッファの演算を行う、所謂「VBVバッファ」であり、指定されたビットレートを入力として持つ。このシミュレータ2.4は、各ピクチャ毎にピクチャ発生ビットを取り込んで、ビットレートに基づいて最大許容ピクチャ・ビットを決定し、これを強制スキップ・コントローラ2.5に通知するようになっている。

図4に示す画像符号化装置2によれば、量子化スケールの制御のみでは発生情報量を抑えきれない画像がある場合、その期間だけBピクチャ及びPピクチャの画像がフリーズされ、また、Iピクチャはフラットな無地の画像となる。

図5には、Iピクチャまで強制スキップしてしまった場合の画像の様子を示し

9

ている。picture1では、Iピクチャは上部の一部を符号化した時点で最大許容ピクチャ・ビットを超えそうになったために、強制スキップが作動して、それ以降のグレイ表示部分は全てフラットになっている。

picture2以降の各画像でも、画像の途中までは通常の符号化ができるものの、前のピクチャでも最大値ぎりぎりまでのビット発生を行っているために最大許容ピクチャ・ビットが既に小さくなっている。また、ピクチャすなわちフレーム間での差分をとることで情報量の圧縮を行おうとしても、参照画像がフラットになってしまっているため、圧縮がままならない。この結果として、強制スキップによる画像の凍結状態が続くことになる。

このような量子化スケールによる情報発生量制御ができない状態が一時的なものであれば、いずれは通常の画像に戻るもので、上述した従来技術でもあまり問題とはならないであろう。

しかしながら、極端に低ビットレートでの符号化を行おうとする場合などは、量子化スケールでのレート制御が困難な状況が常態化してしまい、ほとんどの画像が図5に示したようなフリーズし、しかも画像の下部はフラットになってしまいう状態が続くこととなる。この結果、観測を観望することすら難しくなるほど画像が劣化してしまう。

最初から全てのBピクチャをスキップすることにして、上述したような事態を避けることもできる。しかしながら、フレームレートが常に落ちた状態となるため、フル・フレームレートで符号化可能な画像が入力されたときには画像を捨てることになる。

発明の開示

本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、圧縮後の画像データを伝送に要する又は送信するための低ビットレートの画像圧縮を実現する、優れた画像符号化装置及びその方法を提供することにある。

10

本発明の異なる目的は、異なる標準となっている高ビットレートを前記とした画像圧縮規格を使用しながら、できる限り画像を採らつつ低ビットレートを実現することができ、優れた画像符号化装置及びその方法を提供することにある。

上記目的を達成するために、本発明の画像符号化装置は、画像信号を圧縮符号化する画像符号化装置であって、入力画像信号の符号化脆弱度を判定する判定手段と、上記判定手段の判定結果に従ってフレームレートを変更する変更手段とを有する。

また、本発明の画像符号化装置は、画像信号を圧縮符号化する画像符号化装置であって、量子化スケールを用いて、入力画像信号の符号化脆弱度を判定する判定手段と、上記判定手段の判定結果に従って、上記入力画像信号のフレームが参照画像のフレームと等しくなるように符号を生成することで、フレームレートを変更する変更手段とを有する。

また、本発明の画像符号化装置は、画方向予測及び双方向予測フレーム間圧縮を用いた画像符号化装置であって、通常の符号化を行う動作状態と、入力画像の符号化脆弱度に応じて双方向予測を利用する頻度及びフレームレートを変更した1以上の動作状態とを有する。

本発明の画像符号化方法は、入力画像信号の符号化脆弱度を判定するステップと、上記符号化脆弱度の判定結果に従ってフレームレートを変更するステップとを有する。

また、本発明の画像符号化方法は、量子化スケールを用いて、入力画像信号の符号化脆弱度を判定するステップと、上記符号化脆弱度の判定結果に従って、上記入力画像信号のフレームが参照画像のフレームと等しくなるように符号を生成することで、フレームレートを変更するステップとを有する。

また、本発明の画像符号化方法は、画方向予測及び双方向予測フレーム間圧縮を用いた画像符号化方法であって、画方向予測フレームにおいて、参照画像の画像が採でない場合には、上記参照画像の画像に応じて双方向予測を利用するか否

11

かを切り替えるステップを有する。

また、本発明では、好適には、量子化スケールを用いて上記参照画像の画質を判定する。

また、本発明の画像符号化方法は、題方向予測及び双方向予測フレーム間圧縮を用いた画像符号化方法であって、画像の符号化難易度に応じて、入力画像信号のフレームが参照画像のフレームと等しくなるように符号を生成することで、フレームレートを変更するステップと、上記参照画像の画質が低い場合には、上記参照画像の画質に応じて双方向予測を利用するかどうかを切り替えるステップとを含む。

また、本発明では、好適には、量子化スケールを用いて画像の符号化難易度及び参照画像の画質を判定する。また、指定されたビットレートに従った画像符号化を行う場合に、上記入力画像の符号化難易度及び上記指定ビットレートに応じて題方向予測を行う周期 M とフレームレートとを変更する。

また、本発明では、好適には、フレームレートを上げる決定は下げる決定よりも低い遅延で行う。さらに、フレームレートを上げるときと下げるときとで符号化難易度の閾値が異なるように設定される。

本発明のさらなる他の目的、特徴及び利点は、後述する本発明の実施形態を添付する図面に基いて、より詳細な説明によって明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

図1は本発明の実施形態に係る画像符号化装置の構成を示すブロック図である。

図2は本発明の実施形態に係る画像符号化装置の状態遷移図である。

図3は強制スキップ状態の各値に該当する復号画像の例を示した図である。

図4は従来の画像符号化装置の構成を示すブロック図である。

図5は強制スキップされたマクロ・ブロックのみで符号生成を担った場合の

復号画像の例（従来例）を示した図である。

発明を実施するための最良の形態

図1は、本発明に係る画像符号化装置の一実施形態を示すブロック図であり、画像符号化装置1のハードウェア構成を示している。図1に示すように、画像符号化装置1は、MPEG2ビデオ符号化器11と、ビットレート・コントローラ12と、状態マネージャ13と、メモリバッファ・シミュレータ14と、強制スキップ・コントローラ15と、QEGT16とで構成されている。以下、各部について説明する。

MPEG2ビデオ符号化器11は、ビデオ入力に対して符号化圧縮を行い、ビット・ストリームとして出力する、一般的なMPEG2ビデオ符号化器である。本実施例のMPEG2ビデオ符号化器11は、GOP毎に1ピクチャ及びPピクチャの出現する周期を指定するための M と、マクロ・ブロック単位で量子化スケールを指示する QS と、強制スキップを指示するための強制スキップ命令 FSP を入力に持つ。また、マクロ・ブロック毎の発生情報等を示す mb 生成ビット mb を出力に持っている。

ビットレート・コントローラ12は、設定されたビットレート BR に基づいて、ピクチャ毎に目標ビット量を決定する。すなわち、MPEG2ビデオ符号化器11からマクロ・ブロック毎の発生情報である mb 生成ビット mb を入力して、これに応じた目標ビット量になるように、量子化スケール QS をMPEG2ビデオ符号化器11に出力して、量子化スケールを調整する。

本実施例では、量子化制御のアルゴリズムとしてTest Model5 (T5)が使用されているものとする。また、ビットレート・コントローラ12は、ピクチャ毎に平均量子化スケール AQS と、ピクチャでの発生ビット量 PGB が目標ビット量を上回ったことを示すフラグである否定ビット・フロー・フラグ1SPGを出力する。

状態マネージャ13は、画像符号化装置1における動作状態（強制スキップ状態）を制御するためのものである。より具体的に、平均量子化スケール AQS と否定ビット・フロー・フラグ1SPGの入力に応じて、強制スキップ状態の変更を決定する。そして、強制スキップ状態の値に応じて、ピクチャ毎に強制 M と強制スキップ命令フラグ $FSPG$ の出力を変更する。

メモリバッファ・シミュレータ14は、図4で示したメモリバッファ・シミュレータ14と略同一の構成を持つ。すなわち、指定されたビットレート BR を入力として持ち、強制スキップ・コントローラ15から各ピクチャ毎にピクチャ発生ビット量 PGB を取り込んで、ビットレート BR に基づいて最大許容ピクチャ・ビットを決定して、これを強制スキップ・コントローラ15に通知する。

強制スキップ・コントローラ15は、ピクチャの強制スキップによりビットレートを制御するためのコントローラである。強制スキップ・コントローラ15は、ピクチャでの発生情報量の合計を計算してピクチャ生成ビット PGB として、メモリバッファ・シミュレータ14出力するとともに、ピクチャで許容される最大発生情報量、すなわち最大許容ピクチャ・ビット MPB を入力として持つ。そして、計算したピクチャ生成ビット PGB が最大許容ピクチャ・ビット MPB を超えると（ $PGB > MPB$ ）、強制スキップ命令 FSP をアクティブ状態に設定して、MPEG2ビデオ符号化器11に対して、Bピクチャ又はPピクチャの強制スキップを指示する。

強制スキップ・コントローラ15が出力する強制スキップ命令 FSP は、前述の状態マネージャ13が出力する強制スキップ命令・フラグ $FSPG$ との論理和がQEGT16によってとられ、その結果を強制スキップ命令 FSP として、MPEG2ビデオ符号化器11に供給される。

図2は、図1に示す画像符号化装置1の状態遷移図である。図示のように、画像符号化装置1は、状態0、状態1、状態2、状態3及び状態4の五つの動作状態を有する。ここで、まず、各動作状態について説明する。

状態0は、画像符号化装置1の初期状態であり、通常の符号化処理が実行される。但し、短期的な画像の変化によるフレームレートの不安定を避けるために、強制スキップ状態の値を大きくする方向での処理をピクチャ毎に行い、また、小さくする方向での処理をGOP毎に行う。

状態1は、PピクチャまたはBピクチャの強制スキップを行わない動作状態である。なお、状態1において、 $M=1$ に設定されている。

状態2、状態3及び状態4は、強制スキップを行う動作状態である。状態2及び状態3では、Bピクチャのすべてマクロ・ブロックに対して、強制スキップが行われる。状態4では、Pピクチャ及びBピクチャのすべてのマクロ・ブロックに対して、強制スキップが行われる。なお、状態2では、 $M=2$ に設定され、状態3及び状態4では、 $M=3$ に設定される。

双方向予測を使用するBピクチャによって効率の良い圧縮が行えるのは、その前後のPピクチャの画質がある程度保たれているときだけである。ビットレートが極端に低い場合には、Pピクチャの画質が悪いために、Bピクチャで効果的な圧縮を行うことができず、さらにPピクチャの画質が悪化する、という悪循環に陥る。このため、状態1では、 $M=1$ としてBピクチャを使用しない符号化を行う。 $M=1$ ではPピクチャ間が1フレームなので、Pピクチャだけで考えれば $M=3$ の場合よりも予測効率が高くなる。通常の画像符号化を行う状態0において、Bピクチャの平均量子化スケールが徐々に大きくなったとき、Bピクチャの圧縮効率が下がったことを意味するので、状態1に遷移して、上記の符号化方法に切り替える。

さらに、状態2、状態3、及び状態4の各状態では、強制スキップされるピクチャ数を順次増やしていくことで、発生情報量を抑えようとするものである。したがって、デコード側ではフレームレートが落ちて見えることになる。

次に、図2に示す状態遷移図を参照しながら、画像符号化装置1の動作について説明する。

状態0は、画像符号化装置1の初期状態であり、通常の符号化処理を実行する。但し、短期的な画像の変化によるフレームレートの不安定を避けるために、強制スキップ状態の値を大きくする方向での増減をピクチャ毎に行い、また、小さくする方向での増減をGOP毎に行う。

状態0

状態0では、周期Mは状態マネージャ13に入力される値に等しく、また、強制スキップ命令は常に0、すなわち非アクティブ状態である。状態0において、Bピクチャの平均量子化スケールAQSが量子化スケールの最大値MQに達した場合（但し、m値がn又は3）、状態1に遷移する。

また、Pピクチャの平均量子化スケールAQSが量子化スケールの最大値MQに達した場合（但し、m値が1）、状態4に遷移する。

状態1

状態1では、周期Mは1に設定され、強制スキップ命令は常に0すなわち非アクティブ状態である。

状態1において、Pピクチャの平均量子化スケールAQSが $m \times N$ 未満、又は、Iピクチャの平均量子化スケールAQSがN未満になったら、状態0に遷移する。

また、Iピクチャ又はPピクチャの平均量子化スケールAQSが量子化スケールの最大値MQに達し、且つ、否定ビット・フロー・フラグ1Sがセットされたとき（但し、 $m=2, 3$ ）、状態2に遷移する。

状態2

状態2では、周期Mは2に設定され、Bピクチャの強制スキップ命令が1すなわちアクティブ状態に設定される。

状態2において、Pピクチャの平均量子化スケールAQSが $m \times N$ 未満になるか、又は、Iピクチャの平均量子化スケールAQSがN未満になったら、状態1に遷移する。

に設定されたとする。初期状態では、強制スキップ状態は状態0なので、強制スキップ命令も非アクティブ状態に設定され、周期Mは3となる。また、指定されたビットレートは、1Mbpsとする。ちなみに、一般的な画像の場合、NTSC (National Television System Committee) のフルサイズ (720×480画素) の発生情報量を量子化スケールのみによってこのビットレートに拘束することは困難である。

ビデオ入力画像がMPEGビデオ符号化装置1に入力され、符号化がスタートすると、ビットレート・コントローラ12は、量子化スケールの初期値を設定する。

1マクロ・ブロック分の符号化が終了すると、MPEGビデオ符号化装置1からm生成ビットwBが返ってくる。この場合、wB生成ビットwBはピクチャ毎の目標ビット量に対して大きなものとなるので、ビットレート・コントローラ12は、量子化スケールを次第に大きくしていく。

Iピクチャ分の符号化が終了すると、ビットレート・コントローラ12は、平均量子化スケールAQSと否定ビット・フロー・フラグ1Sを出力する。これに応じて、状態マネージャ13は、周期Mと強制スキップ命令・フラグ2SFGを変更する。

Bピクチャの平均量子化スケールAQSが量子化スケールの最大値MQに達すると、強制スキップ状態が状態1に遷移して、周期Mが1に変更される。

周期Mの変更によって、Iピクチャ及びPピクチャの量子化スケールを低減する効果があるが、それでも不十分な場合には、さらにPピクチャの平均量子化スケールAQSも最大値に達してしまう。これに応じて、強制スキップ状態は状態2、状態0、状態4へと順次遷移して、フレームレートを下げる。

発生情報量が目標から離れた程度によっては、強制スキップ状態を遷移しても、即座に量子化スケールが下がらない。従って、平均量子化スケールAQSのみで強制スキップ状態を決定すると、フレームレートを下げすぎってしまうことも

また、Iピクチャ又はPピクチャの平均量子化スケールAQSが量子化スケールの最大値MQに達し、且つ、否定ビット・フロー・フラグ1Sが設定されているとき（但し、 $m=3$ ）、状態3に遷移する。

また、Iピクチャ又はPピクチャの平均量子化スケールAQSが量子化スケールの最大値MQに達し、且つ、否定ビット・フロー・フラグ1Sがセットされているとき（但し、 $m=2$ ）、状態4に遷移する。

状態3

状態3では、周期Mは3に設定され、Bピクチャの強制スキップ命令が1すなわちアクティブ状態に設定される。

状態3において、Pピクチャの平均量子化スケールAQSが $m \times N$ 未満、又は、Iピクチャの平均量子化スケールAQSがN未満になったら、状態2に遷移する。

また、Iピクチャ又はPピクチャの平均量子化スケールAQSが量子化スケールの最大値MQに達し、且つ、否定ビット・フロー・フラグ1Sがセットされたとき、状態4に遷移する。

状態4

状態4では、周期Mは、状態マネージャ13に入力された値に設定され、Pピクチャ及びBピクチャの強制スキップ命令が1すなわちアクティブ状態に設定される。

状態4において、Iピクチャの平均量子化スケールAQSがN未満になったら（但し、 $m=1$ ）、状態0に遷移する。

また、Iピクチャの平均量子化スケールAQSがN未満になったら（但し、 $m=2$ ）、状態2に遷移する。

また、Iピクチャの平均量子化スケールAQSがN未満になったら（但し、 $m=3$ ）、状態3に遷移する。

次いで、画像符号化装置1の動作フローについて説明する。例えば、m値が3

ある。このため、強制スキップ状態の決定には、否定ビット・フロー・フラグ1Sも参照される。フレームレートが下がって1フレームあたりの割り当てビット量が増えれば、平均量子化スケールAQSが最大値に達したままでも、発生ビット量は割り当ての中に収まるはずである。そうなれば強制スキップ状態を高いレベルに上げずに済む。

強制スキップ状態の上昇が一段落すると、各ピクチャは目標ビット量での符号化が可能になり、平均量子化スケールAQSは下がり始める。平均量子化スケールAQSがNで決まる閾値を下回ると、強制スキップ状態は逐次下位のレベルに遷移する。但し、この操作はGOP単位で行われる。何故ならば、ピクチャ単位で行うと短期的な画像の変化での強制スキップ状態の変動が激しくなり、画質劣化が増大するからである。

Bピクチャ及びPピクチャを全てスキップ・マクロ・ブロックにしても量子化スケールAQSのみでレート制御できないようなビットレートを設定した場合には、図4で示した従来例と同様に、強制スキップコントローラ15の出力によって、強制スキップ命令が1、すなわちアクティブ状態に設定される。

図8には、図2に示した状態遷移に従って、周期Mとフレームレートを制御した結果として得られる発生情報量を例示している。但し、図8において、4方形の表示は、該方形に出力される画像を示している。また、画像の符号化はM（周期）=3、及び、N（GOP内のピクチャ数）=15で行われているとする。

状態0では、通常の符号化が行われるので、デコード時にも入力画像と同じ画像が同じ順序で出力される。

状態1では、周期M=1に設定されるので、Bピクチャを含まない。但し、強制スキップを行わないので、デコード時にも入力画像と同じ画像が同じ順序で出力される。

状態1においてPピクチャの平均量子化スケールが最大値に達した場合、状態2に遷移する。同様に、平均量子化スケールが最大値になる度に、状態3、状態

へと遷移する。

状態2では、M-3に設定されるので、1フレームおきに1ピクチャ又はPピクチャが出現する。また、Bピクチャは全てスキップ・マクロブロックで構成される。このため、2番目の出力画像として、参照画像であるpicture1がそのまま出力される。同時に、4番目及び6番目の出力画像として、各々の参照画像であるpicture3及びpicture4がそのまま出力される。このような強制スキップの結果、デコード画像のフレームレートが2分の1になったように見える。

状態3では、M-3に設定されるので、2フレームおきに1ピクチャ又はPピクチャが出現する。また、Bピクチャは全てスキップ・マクロブロックで構成される。このため、2番目及び4番目の出力画像として、参照画像であるpicture1がそのまま出力される。同時に、6番目及び8番目の出力画像として、参照画像であるpicture4がそのまま出力される。このような強制スキップの結果、デコード画像のフレームレートが3分の1になったように見える。

状態4では、Pピクチャ及びBピクチャは全てスキップ・マクロブロックで構成される。このため、2番目〜7番目の出力画像として、参照画像であるpicture1がそのまま出力される。このような強制スキップの結果、GOP内には1つの参照画像のみが含まれることになり、デコード画像のフレームレートが(N-1)分の1になったように見える。

以上、特定の実施例を参照しながら、本発明について詳述してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、上述した本発明の実施形態は、本発明を実施する態様の形態を用いて本発明を顕示してきたものであり、限定的に解釈されるべきではない。本発明の要旨を判断するためには、該記の特許請求の範囲の語を参照すべきである。

17

18

図22及び図23の要旨

1. 画像信号を圧縮符号化する画像符号化装置であって、
入力画像信号の符号化複雑度を判定する判定手段と、
上記判定手段の判定結果に従ってフレームレートを変更する変更手段と
を有する画像符号化装置。
2. 上記判定手段は、ビットレートが所定値になるように制御した場合の量子化スケールを用いて、上記入力画像の符号化複雑度を判定する
請求項1記載の画像符号化装置。
3. 上記変更手段は、上記入力画像信号のフレームが参照画像のフレームと等しくなるように符号を生成することでフレームレートを変更する
請求項1記載の画像符号化装置。
4. 画像信号を圧縮符号化する画像符号化装置であって、
量子化スケールを用いて、入力画像信号の符号化複雑度を判定する判定手段と
上記判定手段の判定結果に従って、上記入力画像信号のフレームが参照画像のフレームと等しくなるように符号を生成することで、フレームレートを変更する
変更手段と
を有する画像符号化装置。
5. 離方向予測及び双方向予測フレーム間圧縮を用いた画像符号化装置であって、
通常の符号化を行う動作状態と、
入力画像の符号化複雑度に応じて双方向予測を利用する状態及びフレームレートを変更した1以上の動作状態と
を有する画像符号化装置。
6. 画像信号を圧縮符号化する画像符号化方法であって、

産業上の利用可能性

以上詳述したように、本発明によれば、圧縮画像データを安価に蓄積し又は送信するための低ビットレートの画像圧縮を実現した、優れた画像符号化方式を提供することができる。

また、本発明によれば、画質標準となっている高ビットレートを参照とした画像圧縮規格を使用しながら、できる限り画質を保ちつつ低ビットレートを実現した、優れた画像符号化方式を提供することができる。

目標ビットレートが小さく、量子化スケールを最大値にしても発生情報を抑制できない場合、従来の符号化部では画質的に完全に破綻してしまい、最悪の場合、画像内容の認識すら困難であった。これに対し、本発明によれば、以下の2点を遵守することで最大限の画質を保つことができ、この結果、従来よりも高画質で低ビットレートでの符号化を行うことができる。

(1) 効率が悪い場合は、Bピクチャを使用しない。

(2) ビットレートと画像の符号化複雑度に応じて適切なフレームレートでの符号化を行う。

入力画像信号の符号化複雑度を判定するステップと、

上記符号化複雑度の判定結果に従ってフレームレートを変更するステップと
を有する画像符号化方法。

7. ビットレートが所定値になるように制御した場合の量子化スケールを用いて、上記入力画像の符号化複雑度を判定する
請求項6記載の画像符号化方法。

8. 上記入力画像信号のフレームが参照画像のフレームと等しくなるように符号を生成することでフレームレートを変更する
請求項6記載の画像符号化方法。

9. 画像信号を圧縮符号化する画像符号化方法であって、
量子化スケールを用いて、入力画像信号の符号化複雑度を判定するステップと、

上記符号化複雑度の判定結果に従って、上記入力画像信号のフレームが参照画像のフレームと等しくなるように符号を生成することで、フレームレートを変更する
ステップと
を有する画像符号化方法。

10. 離方向予測及び双方向予測フレーム間圧縮を用いた画像符号化方法であって、
双方向予測フレームにおいて、参照画像の画質が保たれない場合には、参照画像の画質に応じて双方向予測を利用するか否かを切り替えるステップ
を有する画像符号化方法。

11. 量子化スケールを用いて上記参照画像の画質を判定する
請求項10記載の画像符号化方法。

12. 離方向予測及び双方向予測フレーム間圧縮を用いた画像符号化方法であって、
画像の符号化複雑度に応じて、入力画像信号のフレームが参照画像のフレーム

と等しくなるように符号を生成することで、フレームレートを調整するステップと、

上記参照画像の画質が保てない場合には、上記参照画像の画質に応じて及方向予測を利用するかどうかを切り替えるステップと

を含む画像符号化方法。

13. 量子化スケールを用いて画像の符号化雑音度及び参照画像の画質を判定する

請求項1に記載の画像符号化方法。

14. 指定されたビットレートに従った画像符号化を行う場合に、上記入力画像の符号化雑音度及び上記指定ビットレートに応じて画方向予測を行う周知画とフレームレートとを調整する

請求項1に記載の画像符号化方法。

15. フレームレートを上げる決定は下げる決定よりも高い確率で行う

請求項1に記載の画像符号化方法。

16. フレームレートを上げるともと下げるともとで符号化雑音度の画質が異なるように設定される。

請求項1に記載の画像符号化方法。

FIG.1

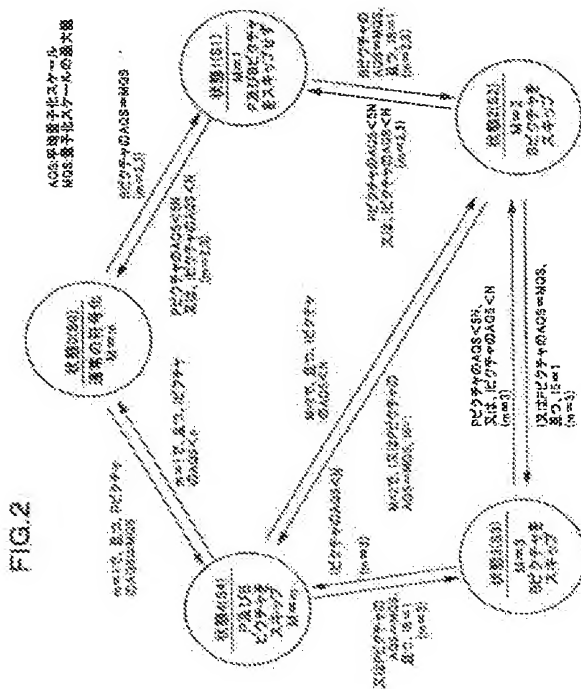
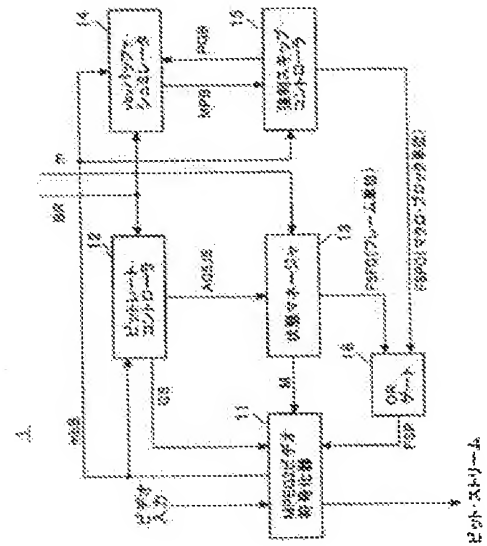
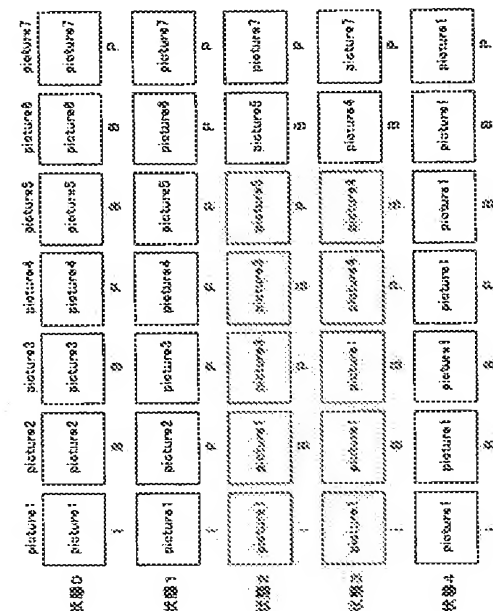
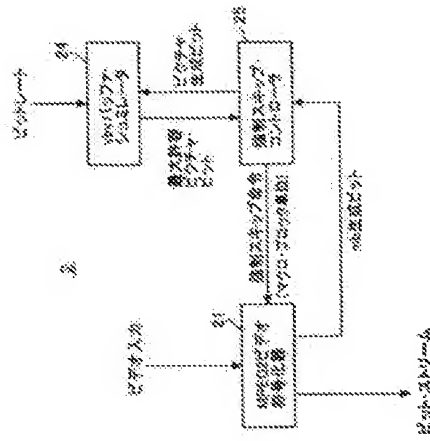


FIG.3

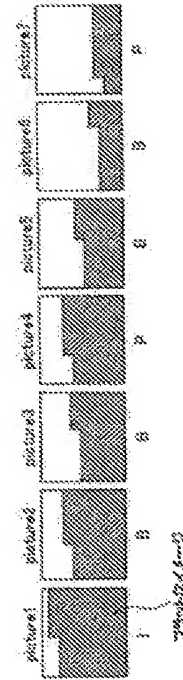


ॐ



4/23

35



5/22

リスト

- 1. 2---回路符号化装置
- 11. 21---回路PEGエディタ符号化器
- 12---ビットレート・コントローラ
- 13---状態マネージャ
- 14. 24---マルチバッファ・シミュレータ
- 15. 25---回路スケッチ・コントローラ
- 26---ORゲート